

УДК 693. 542

І.А. Ємельянова, Д.О. Чайка, Д.С. Кабанець

Харківський національний університет будівництва і архітектури, Україна

СТВОРЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО КОМПЛЕКТУ МАЛОГАБАРИТНОГО ОБЛАДНАННЯ З БЕЗПОРІШНЕВИМ БЕТОНОНАСОСОМ ДЛЯ УМОВ БУДІВЕЛЬНОГО МАЙДАНЧИКА

Показано створений технологічний комплект малогабаритного обладнання з новим безпорішневим шланговим бетононасосом для приготування і транспортування фібробетонних сумішей з поліпропіленою фіброю в умовах будівельного майданчика. Акцентується увага на виконанні всього робочого циклу на будівельному майданчику при поєднанні всіх операцій починаючи від нарізання синтетичних волокон і закінчуючи подачею готової фібробетони суміші споживачеві за допомогою безпорішневого шлангового бетононасоса.

Наведено залежності для визначення кількості робочих циклів надійної роботи нового бетононасоса, його продуктивності і алгоритму розрахунку.

Ключові слова: комплект малогабаритного обладнання, універсальний шланговий бетононасос, фібробетонна суміш.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

У сучасному будівництві провідну роль займає монолітне бетонування. Для проведення таких видів робіт існує багато різних машин, які застосовуються для приготування і транспортування бетонних сумішей [1, 2]. Дослідження такі машин вченими наведені в даних роботах. [3, 4]. Розглянуті конструкції машин, що використовуються при монолітному бетонуванні, мають недоліки в якості приготовленої суміші і надійності своєї роботи в порівнянні з машинами, які пропонуються в даній роботі.

Постановка проблеми

При роботі з бетонними сумішами на будівельних майданчиках важливо враховувати час циклу, який включає в себе приготування суміші і подачу її безпосередньо до місця укладання, так як бетонна суміш має високу швидкість схоплювання, внаслідок, бетон втрачає свої властивості міцності. Для вирішення цієї проблеми пропонується створення технологічного комплекту малогабаритного обладнання, який дає можливість поєднувати в часі операції приготування і транспортування бетонної суміші.

Мета та задачі дослідження

Метою даної статті є представлення створеного технологічного комплекту малогабаритного обладнання для приготування і транспортування фібробетонної суміші, та проведення дослідження роботи базової машини даного технологічного комплекту.

Виклад основного матеріалу

Для будівництва будівель та споруд, проведення відновлювальних робіт, виконання торкрет-робіт успішно може використовуватися технологічний комплект обладнання для приготування і транспортування фібробетонних сумішей з використанням універсального шлангового бетононасоса [5, 6]. Даний технологічний комплект обладнання (Рис. 1) складається з агрегатів: стрічковий живильник 4, який забезпечує подачу і дозування вихідних компонентів суміші, і який оснащений ворошителем для підтримки сухих компонентів суміші в підвішеному стані; різьбяр поліпропіленою фібри 3 [7, 8], який забезпечує різання волокна і його порційну подачу безпосередньо в трехвальний бетонозмішувач 1 [9], універсальний шланговий бетононасос 2, призначений для транспортування готової фібробетони суміші.

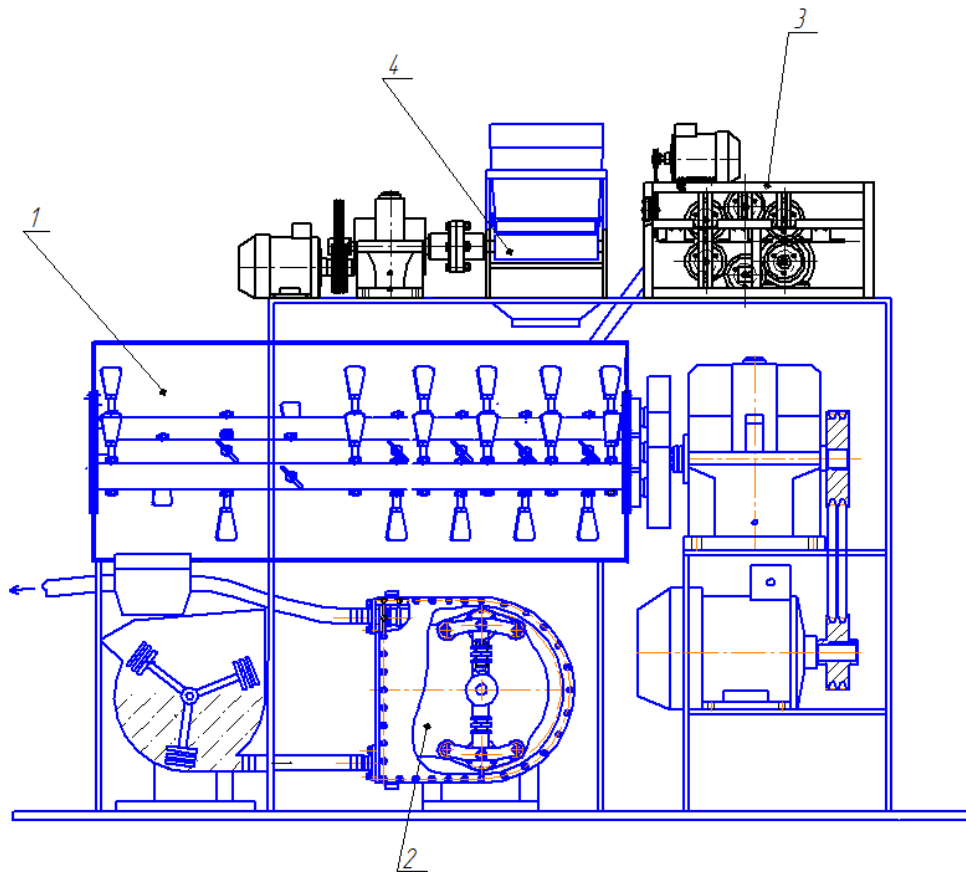


Рис. 1. Технологічний комплект малогабаритного обладнання для приготування і транспортування фібробетонної суміші.

1 – трьохвальний бетонозмішувач; 2 – універсальний шланговий бетононасос; 3 – автомат-різчик поліпропіленової фібри; 4 – стрічковий живильник.

Для транспортування приготованої фібробетонної суміші в даному комплекті малогабаритного обладнання застосований універсальний шланговий бетононасос (Рис. 2), який має такі переваги:

- спрощення принципової схеми машини;
- мала металоємність і енерговитрати;
- компактне конструктивне рішення і малі витрати часу на обслуговування устаткування.

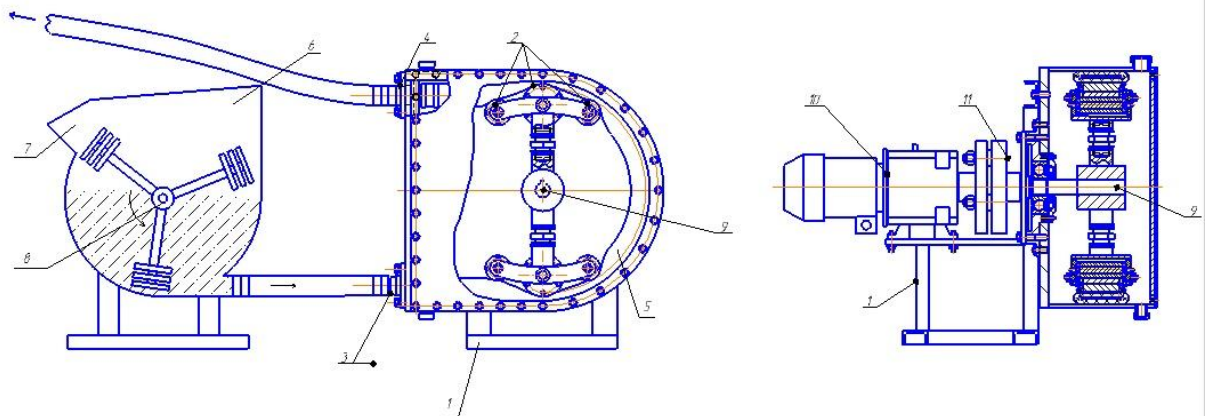


Рис. 2. Універсальний безпоршневий (шланговий) бетононасос.

1 – рама; 2 – притискні ролики; 3 – вхідний патрубок; 4 – вихідний патрубок; 5 – шланг; 6 – загрузочний бункер; 7 – загрузочний отвір бункера; 8 – вал ворошителя; 9 – ротор; 10 – моторредуктор; 11 – муфта.

Принцип роботи безпоршневого бетононасоса досить простий, що забезпечує надійність і простоту експлуатації. Безпоршневий (шланговий) бетонозмішувач складається з рами 1, встановленого на ній мотор-редуктора 10, який є приводом бетононасоса; ротора 9 з регульованими притискними роликми 2, гумового шланга 5 і патрубків (вихідного 4 і вхідного 3), і завантажувального бункера 6. Від мотор-редуктора крутний момент передається ротору 9, що працює в середовищі гліцерину, притискні роликми 2 якого перетискають шланг 5 і перекачуються по ньому. Шланг укладається по внутрішньому периметру корпусу насоса, при цьому, фібробетонна суміш, яка перебуває в ньому перед роликом, повністю видавлюється в вихідну магістраль. За притискними роликми шланг повністю відновлює свою форму, що сприяє всмоктуванню чергової порції фібробетонної суміші що перекачується. Абразивні частинки вдавлюються в еластичний внутрішній шар матеріалу шланга, потім виштовхуються в потік, не ушкоджуючи шланг.

Надійність роботи універсального шлангового бетононасоса визначається довговічністю роботи шланга, який взаємодіє з роликми обертового ротора бетононасоса [10].

Кількість циклів видачі фібробетонної суміші в транспортний трубопровід, які може здійснювати шланговий насос при надійній і безперервній роботі, визначається як:

$$N_{\text{ц}} = t_{\text{ресурс}} / t_{\text{ц}}, \quad (1)$$

де $t_{\text{ресурс}}$ - ресурс часу, на який розрахована робота шлангу бетононасоса певного діаметру і з урахуванням міцності матеріалу, з якого він виготовлений, хв; $t_{\text{ц}}$ - час, за який при безперервній роботі бетононасоса здійснюється видача разової порції бетонної суміші в транспортний трубопровід з подальшим повтором операції заповнення робочої частини шланга сумішшю при виникненні в ньому вакууму, нагнітання бетонної суміші з її просуванням по шлангу під дією притискних роликів ротора насоса і подачі з насоса цими роликми бетонної суміші в транспортний трубопровід.

Час $t_{\text{ц}}$ можна визначити виходячи із залежності:

$$t_{\text{ц}} = 60 \cdot V / \Pi_{\text{тех}}(Q_c) \quad (2)$$

де V - заданий обсяг бетонної суміші, який необхідно перекачати шланговим бетононасосом, м³;

$\Pi_{\text{тех}}(Q_c)$ - секундна продуктивність бетононасоса (його расход), м³/с.

Секундна продуктивність шлангового бетононасоса може бути знайдена відповідно до залежності:

$$\Pi_{\text{тех}}(Q_c) = S \cdot V_{\text{ср}} \cdot z \cdot k_1 \cdot k_2, \quad (3)$$

де S - площа поперечного перерізу шланга в корпусі бетононасоса, м²;

$V_{\text{ср}}$ - середня швидкість руху бетонної суміші по шлангу всередині корпусу насоса, м/с;

z - кількість роликів ротора насоса;

k_1 - коефіцієнт, що враховує поступове нарощування притискного зусилля роликів ротора ($k_1 = 1,36$);

k_2 - коефіцієнт, що враховує надійність роботи шлангової частини насоса з урахуванням виникаючих в ній напруг і граничного стану на розрив.

$$k_2 = \sigma_{\text{екв}} / [\sigma]_p, \quad (4)$$

де $\sigma_{\text{екв}}$ - сумарна всебічна напруга, яка діє на шланг в корпусі насоса при просуванні по ньому певної порції бетонної суміші під дією притискних роликів ротора, МПа; $[\sigma]_p$ - допустиме напруження на розрив шланга, МПа).

Частота обертання ротора з роликми повинна знаходитися в межах $n = 60 \dots 20 \text{ хв}^{-1}$.

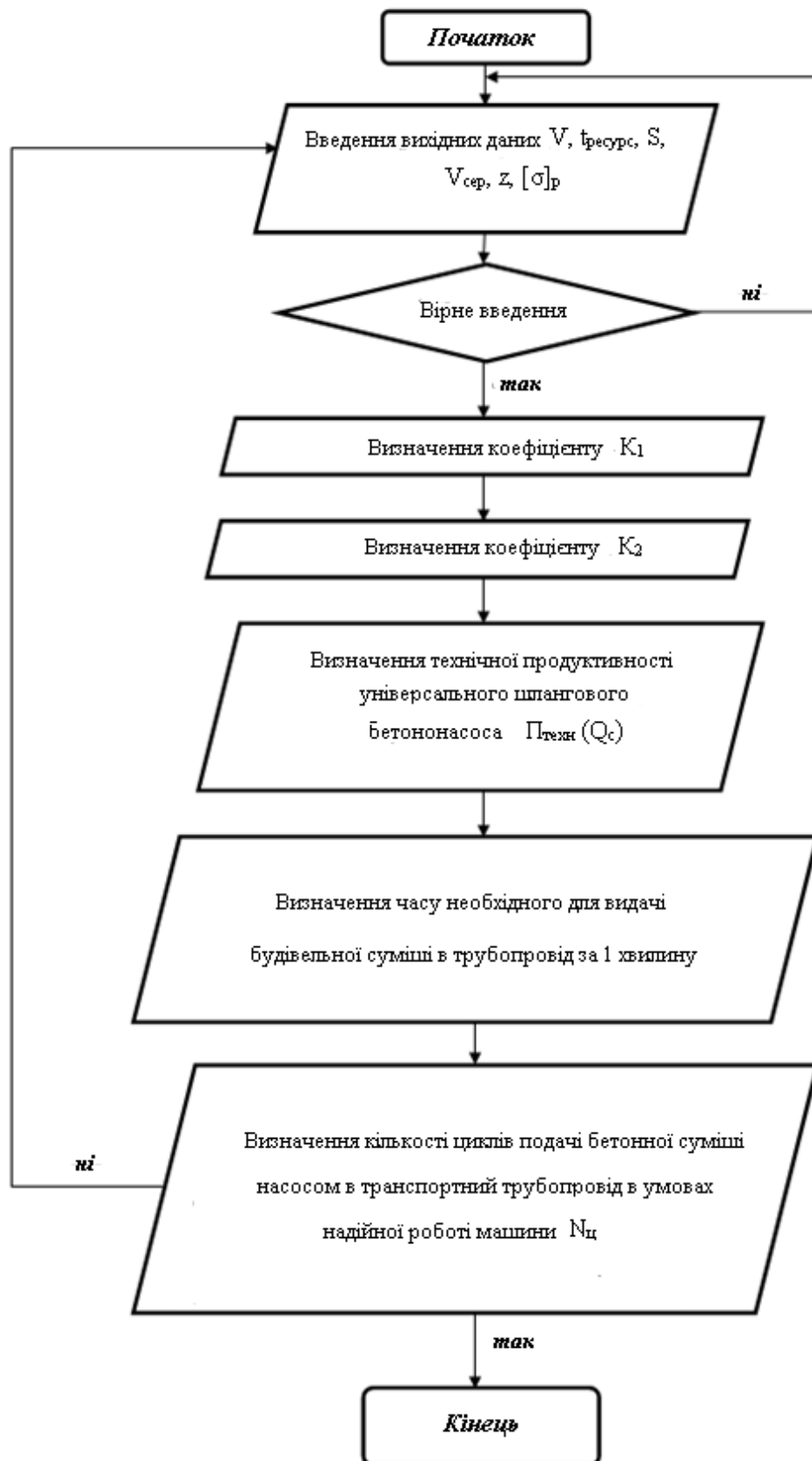
Отже, в залежності від прийнятої частоти обертання ротора в формулу (2) вводиться коефіцієнт k , коефіцієнт що враховує величину частоти обертання ротора в залежності від даних технічної характеристики бетононасоса ($k = 60 \dots 20$).

В кінцевому підсумку, формула (2) має вигляд:

$$t_{\text{ц}} = \frac{60 \cdot k \cdot V}{S \cdot V_{\text{ср}} \cdot z \cdot k_1 \cdot k_2}, \text{ с} \quad (5)$$

Таким чином, залежність (1) дозволяє визначити кількість циклів надійної роботи нового шлангового бетононасоса з урахуванням його конструктивних особливостей і фізико-механічних властивостей використовуваних шлангів.

Кількість циклів надійної роботи шлангового бетононасоса може бути так само визначено відповідно до наступного алгоритму.



Висновки

1. Приведена принципова схема технологічного комплексу обладнання для приготування і транспортування фібробетонних сумішей безпосередньо в умовах будівельного майданчика при виконанні повного робочого циклу.
2. Описано конструктивні особливості універсального безпоршневого шлангового бетононасоса.
3. Показаний шлях визначення кількості циклів надійної роботи бетононасоса.

Література

1. Seánmoran. Chapter 25 – mixers/ Process plant layout (second edition). 2017, pages 369–376
2. Józsefklespitz, leventekovács. Peristaltic pumps – a review on working and control possibilities/ SAMI 2014, IEEE 12th international symposium on applied machine intelligence and informatics, January 23–25, 2014, Herl'any, Slovakia, pages 191–194.
3. Valigi, M. C., Gasperini, I. (2007). Planetary vertical concrete mixers: Simulation and predicting useful life in steady states and in perturbed conditions //Simulation Modelling Practice and Theory, 15 (10), 1211-1223.
4. Henikl, J., Kemmetmiller, W., Kugi, A. (2016). Estimation and control of the tool center point of a mobile concrete pump. Automation in Construction, 61, 112–123.
5. Універсальний шланговий бетононасос [Текст]: пат.112585 Україна F04 B43/12 (2006.01), F04 B15/02 (2006.01) / Ємельянова І.А., Задорожний А.О., Клименко М.В., Чайка Д.О. – Харківський національний університет будівництва та архітектури.
6. Emeljanova, I.A., Klimenko, M.V., Chaika, D.O. (2015). Sulla determinazione di pompe tubo calcestruzzo funzsonamento affidabile. (ITA) Peer Reviewed, Open Access, Free Online Journal, Published monthly: ISSN: 2308-832X, Issue 6(27).
7. Спосіб приготування фібробетонних сумішей [Текст]: пат. 102578 Україна МПК С2 Е02 В 9/00 (2013.01) / Ємельянова І.А., Блажко В.В., Доброходова О.В., Шевченко В.Ю., Плужник О.М., Мелентзов М.О. Харківський державний технічний університет будівництва та архітектури.
8. Ємельянова, И.А. Технологический комплект оборудования для приготовления смесей с использованием стальных фибровых элементов различной длины [Текст]/ И.А. Ємельянова, В.В. Блажко, В.Ю. Шевченко // Межвузовский сборник статей «Энергосберегающие технологические комплексы и оборудование для производства строительных материалов» – Белгород: БГТУ им. В.Г.Шухова, 2013.- Вып. XII - С. 166 -170.
9. Бетономесители, работающие в каскадном режиме [Текст]: монография/ Ємельянова И.А., Анищенко А.И., Евель С.М., Блажко В.В., Доброходова О.В., Мелентзов Н. А. / под ред. Ємельяновой И.А. – Харьков: Тим Паблши Груп, ISBN 978-966-2741-09-4, 2012. – 146 с.
10. Ємельянова, И.А. Универсальный шланговый бетононасос нового конструктивного решения [Текст]/ Ємельянова И.А., Чайка Д.О.// Материалы международной научно – технической конференции «Интерстроймех – 2015» - Казань, 2015.

References

1. Seánmoran. Chapter 25 – mixers/ Process plant layout (second edition). 2017, pages 369–376
2. Józsefklespitz, leventekovács. Peristaltic pumps – a review on working and control possibilities/ SAMI 2014, IEEE 12th international symposium on applied machine intelligence and informatics, January 23–25, 2014, Herl'any, Slovakia, pages 191–194.
3. Valigi, M. C., Gasperini, I. (2007). Planetary vertical concrete mixers: Simulation and predicting useful life in steady states and in perturbed conditions //Simulation Modelling Practice and Theory, 15 (10), 1211-1223.
4. Henikl, J., Kemmetmiller, W., Kugi, A. (2016). Estimation and control of the tool center point of a mobile concrete pump. Automation in Construction, 61, 112–123.
5. Universal hose concrete pump Pat. 112585 Ukraine F04 B43 / 12 (2006.01), F04 B15 / 02 (2006.01)/ Emeljanova I.A., Zadorozhny A.O., Klymenko M.V., Chayka D.O. – Kharkiv National University of Construction and Architecture
6. Emeljanova, I.A., Klimenko, M.V., Chaika, D.O. (2015). Sulla determinazione di pompe tubo calcestruzzo funzsonamento affidabile. (ITA) Peer Reviewed, Open Access, Free Online Journal, Published monthly: ISSN: 2308-832X, Issue 6(27).
7. Method of preparation of fibrous concrete mixtures. Pat. 102578 Ukraine MPC S2 E02 V 9/00 (2013.01)/ Emeljanova I.A., Blazhko V.V., Dobrokhodova O.V., Shevchenko V.Yu., Pluzhnik O.M., Melentsov M.O. Kharkiv State Technical University of Construction and Architecture
8. Emeljanova, I., Blazhko, V., Shevchenko, V. (2013). Technological set of equipment for the preparation of mixtures using steel fiber elements of different lengths. Interuniversity Collected Articles «Energy saving technology complexes and equipment for production of building materials» . Belgorod: BSTU them. V.G.Shukhov, Issue XII ,166 -170.
9. Concrete mixers operating in cascade mode: Monograph / Emeljanova I.A., Anishchenko A.I., Evel S.M., Blazhko V.V., Dobrokhodova O.V., Melentsov N.A. / ed. Emeljanova I.A. - Kharkiv: Tim Publish Group ISBN 978-966-2741-09-4, 2012. – 146 p.
10. Emeljanova, I.A., Chayka, D.O. (2015). Universal hose concrete pump of a new constructive solution. Materials of the international scientific and technical conference "Intertermohem-2015".

Автор: ЄМЕЛЬЯНОВА Інга Анатоліївна
доктор технічних наук, професор
Харківський національний університет будівництва і архітектури, Україна
E-mail – Emeljanova-inga@ukr.net

Автор: ЧАЙКА Денис Олегович
аспірант
Харківський національний університет будівництва і архітектури, Україна.
E-mail – d.chayka93@gmail.com
ID ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-8338-7105>

Автор: КАБАНЕЦЬ Дмитро Сергійович
магістр
Харківський національний університет будівництва і архітектури, Україна.
E-mail – dimakabanets1@gmail.com

**ESTABLISHMENT OF A TECHNOLOGICAL SET OF SMALL EQUIPMENT WITH A NON-PISTON
CONCRETE PUMP FOR CONDITIONS OF A CONSTRUCTION SITE**

I. Emeljanova, D. Chayka, D. Kabanets

Kharkiv National University of Construction and Architecture, Ukraine

For the erection of buildings and structures in modern construction, an innovative role is played by monolithic concreting. Increasing the volume of construction requires the creation of new equipment for the preparation and transportation of concrete mixtures. Analysis of existing types of machines intended for monolithic concreting showed that equipment, for simultaneous execution of several construction operations at the same time, does not exist. Therefore, for the implementation of this type of work, it is proposed to create a technological kit of the bulky equipment for the preparation and transportation of fiber-concrete mixtures using a universal hose concrete pump. The creation of this kit allows you to combine in time the operations of preparing a fiber-reinforced concrete mixture and transporting it to the place of installation. The dependences of the number of cycles of reliable operation of a new concrete pump, given in the article, make it possible to estimate the durability of the operation of a technological set of equipment.

Keywords: set small equipment, universal hose concrete pump, fiber-reinforced concrete mix.